

**К вопросу о численном моделировании динамических процессов в среде
мелкодисперсных твердых частиц**

Научный руководитель – Меньшов Игорь Станиславович

Немцев Максим Юрьевич

Аспирант

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия

E-mail: nemtsev@niisi.ras.ru

В работе рассматриваются некоторые вопросы численного моделирования течения двухфазной дисперсной среды, представляющей собой неравновесную смесь газовой несущей компоненты и твердых мелких несжимаемых и недеформируемых частиц. В качестве математической модели используется модель двух взаимопроникающих континуумов с учетом межгранулярного давления для описания режимов с плотной упаковкой частиц. Особенность рассматриваемой модели конденсированной фазы (частиц) состоит в вырождении межгранулярного давления при объемной доле частиц, соответствующей их плотной упаковке. Это приводит, во-первых, к разрыву скорости звука и, во-вторых, к возможности формирования областей без частиц. В работе дается анализ определяющей системы уравнений для конденсированной фазы, решение для нее задачи Римана и построение модифицированного метода Годунова, учитывающего указанные особенности модели. Рассматривается также безитерационный приближенный римановский солвер - аналог солвера HLL для уравнений классической газовой динамики. Для учета особенностей модели строится соответствующая роевская линеаризация.

Верификация предложенного численного подхода проводится на серии задач, допускающих точные решения или их аналитические оценки. Результаты тестовых расчетов показывают согласие с точными аналитическими решениями по амплитуде волны компактирования и ее скорости. В задаче о раскомпактировании конденсированной фазы в вакуум при использовании метода HLL наблюдаются отличия в профиле скорости вблизи фронта конденсированной фазы. Это, по-видимому, связано с менее точным описанием скоростей распространения возмущений в методе HLL по сравнению с методом Годунова, основанном на точном решении задачи Римана. Проводится также численное исследование раскомпактирования сжатой конденсированной фазы на жесткой стенке с образованием пристеночной зоны без частиц (зоны вакуума). Приводятся полученные в результате численного моделирования количественные характеристики и описывается механизм образования пристеночной зоны вакуума. Численные результаты сравниваются с имеющимися аналитическими оценками.

Работа проводилась в рамках государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН по теме № 0580-2021-0005 "Математическое моделирование динамических процессов в деформируемых и реагирующих средах с использованием многопроцессорных вычислительных систем" (№ 121031300050-6). Исследование также поддержано РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-90027 («Аспирант»).